



FLORA ARVENSE ASOCIADA AL CULTIVO DE LA MORA (*Rubus glaucus* Benth.) EN LOS MUNICIPIOS PAMPLONA Y CHITAGÁ, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA †

[WEED FLORA ASSOCIATED WITH THE CULTURE OF ANDEAN RASPBERRY (*Rubus glaucus* Benth.) IN THE MUNICIPALITIES PAMPLONA AND CHITAGÁ, NORTH OF SANTANDER, COLOMBIA]

Enrique Quevedo-García^{1*}, Giovanni Orlando Cancino- Escalante² and Luis Roberto Sánchez-Montaño²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, código postal 543050, Pamplona, Colombia. Email: enriquegarcia@unipamplona.edu.co

²Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona, código postal 543050, Pamplona, Colombia. Emails: gcancino@unipamplona.edu.co, lrsanchez@unipamplona.edu.co

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Andean raspberry (*Rubus glaucus* Benth.) is one of the most cultivated species of the genus *Rubus* in colombian production systems, where it is characterized by the control of weeds through tillage and the use of herbicides, affecting biodiversity. **Objective:** To determine the diversity of weed flora associated with this crop in the municipalities of Pamplona and Chitagá, Norte de Santander, Colombia. **Methodology:** A descriptive observational study was carried out, with a cross-sectional field design, to determine the weed flora and chemical properties of soil samples from *R. glaucus* farms. The botanical composition and plant diversity of Shannon-Wiener (H'), Simpson (D'), Pielou (J') and the Jaccard similarity coefficient (I_j) were determined in 18 farms, and the chemical properties of the soil were determined in only 10 of the sampled farms. **Results:** The floristic composition was represented by 120 individuals grouped in 36 families, 99 genera and 113 species. The subclass Dicotyledonae was the most abundant (78.33%). Asteraceae, with 27 species, was the family with the greatest species richness, followed by Poaceae (18) and Polygonaceae (6). The municipality of Pamplona presented the highest abundance (400 individuals), where *Galinsoga parviflora* (Asteraceae) was the most frequent species (4.75%). In Chitagá, *Persicaria nepalensis* and *Rumex crispus* (Polygonaceae) were the most frequent species (4.32 and 3.70%, respectively). Significant differences in species diversity were observed between the sampling areas ($p \leq 0.05$), for the number of species and individuals, and well as the Simpson and Shannon-Wiener indices. These differences exhibited an inverse trend between the two municipalities, except for the Pielou index. The municipality with the greatest diversity was Pamplona ($H' = 3.476$, $D' = 0.968$). There was a differentiated floristic composition among the municipalities ($I_j = 51.33\%$) with 57 common species. **Implications:** The results highlight the need for localized weed management that considers their biodiversity as part of the production system and provide a basis for sustainable control strategies and future studies on allelopathy in *R. glaucus*. **Conclusion:** The floristic composition of the communities differed, with minimal similarity indicating that most species from one area do not occur in the other, implying that both are minor deposits of agrobiodiversity. These results suggest that in agronomic management, different weed populations should be considered for the yield of *R. glaucus*.

Key words: Plant composition; Species richness; Biodiversity; Species dominance; Floristic similarity.

RESUMEN

Antecedentes: La mora (*Rubus glaucus* Benth.) es una de las especies del género *Rubus* más cultivada en los sistemas productivos colombianos, donde destaca el control de plantas arvenses mediante la labranza y el uso de herbicidas afectando la biodiversidad. **Objetivo:** Determinar la diversidad de la flora arvenses asociada a este cultivo en los municipios Pamplona y Chitagá, Norte de Santander, Colombia. **Metodología:** Se realizó una investigación de tipo observacional descriptiva, con un diseño no experimental, transversal, de campo para determinar la flora arvenses y las

† Submitted September 16, 2024 – Accepted May 22, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5868>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = E. Quevedo-García: <https://orcid.org/0000-0001-9465-8126>; G.O. Cancino-Escalantes: <https://orcid.org/0000-0002-3812-1129>; L.R. Sánchez-Montaño: <https://orcid.org/0000-0003-0465-7547>

propiedades químicas de muestras de suelo en fincas de *R. glaucus*. En dieciocho fincas se determinó la composición botánica y la diversidad vegetal de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D'), Pielou (J') y el coeficiente de similitud de Jaccard (I_j) y sólo en diez de las fincas muestreadas las propiedades químicas del suelo. **Resultados:** La composición florística estuvo representada por 120 individuos, agrupados en 36 familias, 99 géneros y 113 especies. La subclase Dicotiledónea fue la más abundante (78.33 %). Asteraceae, con 27 especies fue la familia con mayor riqueza de especies, seguida de Poaceae (18) y Polygonaceae (6). El municipio Pamplona presentó la mayor abundancia (400 individuos), donde *Galinsoga parviflora* (Asteraceae) fue la especie más frecuente (4.75 %). A su vez, en Chitagá fueron *Persicaria nepalensis* y *Rumex crispus* (Polygonaceae) (4.32 y 3.70 %, respectivamente). La diversidad de especies difiere significativamente entre las zonas de muestreo ($p \leq 0.05$), para número de especies e individuos, y los índices Simpson y Shannon-Wiener, mostrando una tendencia opuesta entre los dos municipios, no así para el índice de Pielou. El municipio con mayor diversidad fue Pamplona ($H' = 3.476$, $D = 0.968$). Se registró una composición florística diferenciada entre los municipios ($I_j = 51.33$ %) con 57 especies compartidas. **Implicaciones:** Los resultados destacan la necesidad de manejar las arvenses de forma localizada, considerando su biodiversidad como parte integral del sistema productivo, y aportan bases para estrategias sostenibles y estudios sobre alelopatía en *R. glaucus*. **Conclusión:** La composición florística de los municipios difirió, con una similitud mínima que indica que la mayoría de las especies de una zona no aparecen en la otra, lo que implica que ambos son depósitos menores de agrobiodiversidad. Estos hallazgos sugieren que en el manejo agronómico deben considerarse diversas poblaciones de malezas para el rendimiento del cultivo de *R. glaucus*.

Palabras clave: Composición florística; Riqueza de especies; Diversidad biológica; Dominancia de especies; Similitud florística.

INTRODUCCIÓN

Colombia posee recursos genéticos promisorios entre los que se encuentran las especies del género *Rubus* (moras silvestres y cultivadas), que han sido identificadas como alternativas prometedoras para diversificar la producción frutícola, generar empleo e impulsar el desarrollo de varias regiones colombianas. Estas especies tienen excelentes cualidades nutraceuticas y un gran potencial nutricional (Moreno-Medina y Casierra-Posada, 2021). Entre ellas destacan seis *taxa* diferentes como *R. glaucus*, *R. alpinus*, *R. adenotrichos*, *R. rosifolius*, *R. bogotensis* y *R. floribundus* con importantes características productivas y comerciales que enriquecen los sistemas productivos frutícolas colombianos (Cancino-Escalante *et al.*, 2011; Morales y Villegas, 2012).

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) es una de las especies de *Rubus* más cultivada y comercializada en Colombia. Esta especie se puede encontrar en elevaciones que van desde 0 a 4,500 m (Marulanda *et al.*, 2012; Bernal *et al.*, 2015). El área destinada para el cultivo de mora está de acuerdo con el plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación del sector agropecuario del Ministerio de Agricultura de Colombia. Entre 2015 y 2019 la superficie sembrada alcanzó 15.649 ha con un incremento del 9,3 % en la superficie cosechada. Durante el año 2019, la superficie cosechada y la producción de mora en el país fue de 16.669 ha y 169.751 t, respectivamente, lo que representó un incremento del 28 % (Agronet, 2021) y de cuya producción se exportó el 1 % (SIOC, 2020).

No obstante, el sector frutícola y en especial el cultivo de la mora, requieren cubrir ciertos vacíos

organizacionales y tecnológicos, entre los que destacan la baja capacitación de los productores (L.K.S. Colombia Sas, 2013) y el manejo deficiente plagas, enfermedades y arvenses (Bolaños *et al.*, 2024; González-Castro *et al.*, 2019; L.K.S. Colombia Sas, 2013). Dichos factores pueden llegar a ocasionar un 70 % de pérdidas en la producción (Ayala *et al.*, 2013).

A diferencia de otras plagas, las arvenses se pueden desarrollar en una amplia gama de condiciones ambientales (Chauhan, 2020); muestran un mejor rendimiento adaptativo y competitivo debido a su gran capacidad para cambiar la composición mineral de sus tejidos en respuesta a condiciones de estrés. La capacidad para adaptarse o vivir en situaciones ricas o pobres en nutrientes proporciona información biológica y ecológica sobre una especie, la cual se puede conocer mediante la composición química mineral de sus tejidos vegetales (Wang *et al.*, 2015).

Igualmente destaca que las plantas arvenses pueden conducir a niveles más altos de C, N y P, así como a un aumento de los procesos del suelo como la descomposición de la hojarasca, la mineralización del N y la nitrificación (Castro-Díez *et al.*, 2012). Sin embargo, estos beneficios no son universales. Stefanowicz *et al.* (2017) estudiaron el impacto de las plantas arvenses *Reynoutria japonica*, *Rudbeckia laciniata* y *Solidago gigantea* en las propiedades del suelo, señalando que estas especies tenían pocos efectos sobre éstas.

Las plantas arvenses compiten con los cultivos por recursos limitados como los nutrientes del suelo, el agua y la luz solar (Trognitz *et al.*, 2016). Estudios realizados por Arango-Cortés y Gómez-Pinzón (2000)

en mora, reportaron que la presencia de las especies arvenses durante los tres primeros meses de siembra de la especie como monocultivo, ocasionó el 43,6 % de pérdidas en la producción. A su vez, González-Castro *et al.* (2019) en el estudio de la cadena productiva de la mora en el municipio Pamplona, Colombia, identificaron las malas prácticas en el manejo técnico del cultivo, como uno de los puntos críticos.

Como puede verse, las arvenses son plantas que causan más daños que beneficios (Matos *et al.*, 2019), a los cultivos (Trognitz *et al.*, 2016; Zohaib *et al.*, 2016), incluyendo a la mora (Arango-Cortés y Gómez-Pinzón, 2000; González-Castro *et al.*, 2019). Las arvenses son importantes debido a los costos asociados a su manejo para mantener las poblaciones a un nivel que no disminuya el rendimiento de los cultivos, interfieran con las actividades humanas o provoquen repulsión visual (Barroso *et al.*, 2015). Según Zohaib *et al.* (2016), las interferencias por competencia o alelopatía, causadas por las plantas arvenses representan el mayor valor de estas pérdidas, incluso superiores a los daños causados por artrópodos y patógenos.

Las pérdidas de la producción ocasionadas por las plantas arvenses, son debidas a las malas prácticas en el manejo de éstas especies. Según lo señalado por Concenca *et al.* (2014) el desconocimiento de las especies arvenses involucradas, el control en momentos no oportunos y con objetivos que no se ajustan a la realidad, aumentan el costo de producción del cultivo y agrava la problemática de manejo de arvenses. De allí la importancia de los estudios de ecología de estas especies (Hoyos *et al.*, 2015). No obstante, sobre el manejo de las arvenses en el cultivo de la mora se han realizado escasos aportes, destacando el estudio sobre la competencia de las arvenses y el cultivo (Arango-Cortés y Gómez-Pinzón, 2000) y la cadena productiva de la mora (González-Castro *et al.*, 2019), sin considerar aspectos sobre la diversidad de arvenses en el cultivo de mora.

Es importante destacar, que el manejo de las arvenses es necesario para proteger los cultivos y evitar la propagación de las especies invasoras, mientras que la erradicación completa es poco práctica, e innecesaria. Muchas especies de plantas arvenses interactúan tanto entre sí como con otros organismos y pueden ser beneficiosas para el agroecosistema, según lo señalado por Putniece *et al.* (2022). El manejo de las plantas arvenses en los cultivos de *Rubus* se realiza mediante la labranza. Una labranza excesiva puede afectar la diversidad de especies de arvenses, la erosión y los costos de producción. Estudios realizados por Scursioni *et al.* (2013), sobre el efecto de diferentes épocas de deshierbe en el rendimiento y la calidad de la fruta de *R. idaeus* L., así como la riqueza y abundancia de la

comunidad de arvenses, reportaron que la práctica de realizar el deshierbe tres veces durante la primavera y el verano, superó el rendimiento registrado en el tratamiento con la mayor frecuencia de deshierbe. Esto resultó en la reducción del costo de producción y permitió mantener la diversidad de especies arvenses. La presencia de arvenses no afectó la calidad de la fruta.

En la actualidad se intenta aumentar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, incluido el componente de biodiversidad (Pakeman *et al.*, 2019). Según Putniece *et al.* (2022), la pérdida de biodiversidad de las plantas arvenses y la disminución de determinadas especies, se asocian al proceso de intensificación de la agricultura y al uso de herbicidas, así como a la reducción de la diversidad de los diferentes cultivos a los que se asocian las plantas arvenses. Las interacciones entre especies de arvenses pueden beneficiar a los cultivos al reducir la competencia de las arvenses (Putniece *et al.*, 2022). El aumento de la diversidad de malas hierbas sin un incremento sustancial de su densidad también puede ser beneficioso para otros organismos como los artrópodos y los microorganismos del suelo.

Por otra parte, también se ha hecho hincapié en las ventajas de las plantas arvenses sobre las cualidades abióticas y bióticas del suelo, como el pH, la humedad y la disponibilidad de nutrientes, así como en la estructura y función de las comunidades microbianas y faunísticas del suelo (Lazzaro *et al.*, 2014; Majewska *et al.*, 2015).

Según Hoyos *et al.* (2015), es necesario investigar la ecología de las plantas arvenses, incluida la dinámica de poblaciones, para comprender las circunstancias que favorecen el crecimiento de estas especies y disminuir el nivel de afectación al cultivo; de allí la necesidad de conocer las especies asociadas al cultivo en las condiciones nutricionales del suelo.

Es por ello que el objetivo del presente estudio fue determinar la riqueza y la composición de la flora arvense asociada al cultivo de *R. glaucus* en los municipios Pamplona y Chitagá, Norte de Santander, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en dos municipios del departamento de Norte de Santander, el municipio Pamplona, localizado geográficamente en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, con temperatura promedio de 16 °C y régimen bimodal de precipitación con 933.90 mm; así como en el municipio Chitagá que hace parte de la región sur-occidental del departamento

y de la Provincia de Pamplona, con temperatura media de 18 °C y régimen bimodal de precipitación (879.50 mm) (Plaza y Pedraza, 2007), con suelos del orden Inceptisol en ambos municipios (IGAC, 2006).

Para la determinación de la flora arvense asociada al cultivo de *R. glaucus* se recolectaron los especímenes arvenses en 18 fincas seleccionadas por las asociaciones de productores de mora (APROCHIT, ASPRI y SANFRIMORA) en estudios previos (Cancino-Escalante *et al.*, 2011; 2014). Las fincas están ubicadas en seis veredas de los municipios Pamplona y Chitagá, entre 7°3'56.4'' y 7°28'15.0'' Norte y 72°45'54'' y 72°30'49.8'' Oeste. Todas las fincas presentaban una superficie de siembra de 0.5 a 1 ha del cultivo comercial de *R. glaucus* (con espinas y sin espinas) rodeados de bosques secundarios y matorrales, a una altitud entre 2,113 y 2,770 m.

Posteriormente, de las fincas muestreadas se seleccionaron 10 que cumplen con las buenas prácticas agrícolas (BPA) en donde se colectaron muestras de suelo para su análisis mineral en laboratorio. Para las propiedades químicas de suelo se cuantificó la conductividad eléctrica (CE; 1:5), el pH, el porcentaje de carbono orgánico (C.O.) y nitrógeno total (Nt), y las concentraciones de fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), aluminio (Al) y boro (B). Los métodos de extracción utilizados fueron: pH: VC-R-004 Versión 03, CE: NTC 5596:2008, C.O. y Nt: Walkey & Black, P: VC-R-007 Versión 2, Ca, Mg, K y Na: ID-R-072 Versión 5, Fe, Cu, Mn y Zn: Norma Técnica Colombiana 5526:2007, Al: KCl, B y S: Fosfato monobásico de calcio.

Caracterización florística

Muestreo

El inventario general de las arvenses se realizó entre los meses de marzo a noviembre a partir de 18 muestreos (uno por finca). Se realizó un muestreo sistemático con recorridos de reconocimiento en zigzag cubriendo la superficie sembrada de *R. glaucus* de cada finca (lote y finca), siguiendo la metodología descrita por Hoyos *et al.* (2015). Se recolectaron muestras de las plantas arvenses completas (raíz y parte aérea) presentes en el cultivo (calle de tránsito, zona de palera y plateo), así como en su contorno (bordes de camino, carreteras), a una distancia no mayor de 2 m, donde usualmente se presentan plantas silvestres de *Rubus*.

Conservación del material vegetal

Para la conservación de las muestras recolectadas se procedió a su identificación o rotulado y

posteriormente se prensaron envueltas en papel periódico para su traslado al Herbario Catatumbo-Sarare (Hecasa) de la Universidad de Pamplona, Colombia.

Identificación botánica del material vegetal

La identificación de familias y géneros hasta especie cuando fue posible, se realizó en primer lugar, *in situ* observando y registrando las características de hojas, inflorescencias, flores, frutos y raíces en plantas adultas, y en segunda instancia en el laboratorio de Hecasa mediante registro fotográfico para su identificación por botánica comparativa. Se utilizó la metodología binaria latina expuesta por Linneo y especificada en el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, reportada para las especies reconocidas (Brickell, 1992). Además de comparaciones con la colección del herbario Hecasa, consulta de los tipos nomenclaturales disponibles en línea, bibliografía especializada, claves taxonómicas y consulta a especialistas para algunos grupos. En la elaboración del inventario de plantas arvenses se utilizó el código de cada especie citado en la plataforma virtual EPPO Global Database (<https://gd.eppo.int/>). Los especímenes colectados se depositaron en el herbario de la Universidad de Pamplona, Colombia.

Los grupos que se incluyeron en la caracterización fueron la clase Liliopsida (monocotiledóneas), Magnoliopsida (dicotiledóneas) y Pteridophytas (helechos). La composición florística en cada municipio se caracterizó según el número de especies, géneros y familias (Jadán *et al.*, 2016).

Con los datos obtenidos del número de individuos y de especies registradas en las fincas de los dos municipios, se estimó la frecuencia relativa y la diversidad mediante las siguientes ecuaciones.

La frecuencia relativa (Fr), expresada en porcentaje, se calculó mediante la fórmula de Travlos *et al.* (2018):

$$Fr (\%) = \frac{\text{número de especies encontradas}}{\text{número total de especies encontradas}} * 100$$

(Ecuación 1)

La frecuencia relativa expresa el grado de dispersión de las especies objetivo en la unidad de muestreo en relación con el número de todas las especies presentes.

Para evaluar la diversidad florística α de especies asociadas a *R. glaucus* por municipio, se eligieron cuatro índices, según Pielou (1969).

Riqueza (S): S es el número total de especies en la parcela.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): $H' = -\sum pi * \ln pi$ (Ecuación 2)

Índice diversidad de Simpson (D): $D = 1 - \sum pi^2$ (Ecuación 3)

Índice de homogeneidad de Pielou (J'): $J' = \frac{H'}{\ln S}$ (Ecuación 4)

Donde Pi es la proporción de individuos pertenecientes a la especie.

Se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') como medida sintética de la estructura de la comunidad, ya que reduce los efectos de las especies raras (Pielou, 1975). El índice de Simpson (D) es un índice de dominancia, mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a una misma especie (Briceño, 2020). Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Valdez *et al.*, 2018). El índice de homogeneidad de Pielou (J') se seleccionó para cuantificar la equitatividad de la comunidad.

Posterior a estos análisis, para evaluar la diversidad β , se compararon las zonas mediante el coeficiente de similitud de Jaccard (Barbour et al., 1980) de forma que se estimó el grado actual de similitud de arvenses entre las zonas. El índice de Jaccard (I_j), se basa en la similitud de las comunidades de malezas entre diferentes ubicaciones o cultivos (Jaccard, 1908). Si el índice de similitud es $>60\%$, se supone que las dos ubicaciones son similares en composición de especies (Tessem *et al.*, 1999), su fórmula es:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c} * 100 \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde, c: Número de especies comunes en ambas comunidades, a: Número de especies presentes en la comunidad a y b = Número de especies presentes en la comunidad b.

Diseño y análisis estadístico

La investigación fue de tipo observacional descriptiva, con un diseño no experimental, transversal, de campo (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Previo a la realización del análisis estadístico se realizó un análisis exploratorio de datos (AED) con el fin de detectar la ausencia de valores aberrantes u outliers, las inconsistencias y cualquier otra anomalía que se presentase en los datos (Gómez-Degraves y Gómez-Marquina, 2018). En el análisis estadístico descriptivo, se obtuvieron registros de distribución para cada arvense presente en el cultivo de mora, en cada sitio de muestreo, en las fincas seleccionadas en los municipios Chitagá y Pamplona, con el fin de identificar las arvenses predominantes y su frecuencia. Del mismo modo, por cada municipio se obtuvieron los valores de índices de diversidad y los elementos de suelo en las fincas donde se tomó muestra de suelos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar y coeficiente de variación) de los nutrientes del suelo evaluados y de los índices de diversidad, en ambos municipios, para visualizar el perfil de nutrientes de suelo y de diversidad, en cada municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición florística

En los dos municipios se registraron 120 individuos e identificaron 113, quedando siete individuos identificados a nivel de género, así como 36 familias y 99 géneros. La subclase más abundante fue Dicotiledónea con 78.33 % de las plantas recolectadas, 20.83 % fueron monocotiledóneas y 0.83 % Pteridopsida. Los individuos identificados se agruparon en un total de 113 especies pertenecientes a 93 géneros y 34 familias botánicas. De los 93 géneros identificados, el 83.87 % estuvo representado por una especie, el 15.05 % por dos y tres, y sólo el 1.08 % con más de tres, el género *Rubus* (Rosaceae) presentó la mayor riqueza representada por cuatro especies (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación botánica de las especies de la clase Magnoliopsida, Liliopsida y Pteridophyta asociadas al cultivo de *Rubus glaucus* Benth, municipios Pamplona y Chitagá, Colombia.

Clase	Familia	Especie	Código de especie	C		P	
				ni	pi	ni	pi
Dicotiledonea	Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i> Sims	THNAL	1	0.006		
	Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> Thellung	AMADU	1	0.006	5	0.013
		<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	DYSAM			2	0.005
		<i>Iresine diffusa</i> Willdenow	IRECE	1	0.006		
	Apiaceae	<i>Cyclosporum leptophyllum</i> (Persoon) Britton & Wilson	CYCLE			1	0.003
		<i>Hydrocotyle bonplandii</i> Linnaeus	HYDBO**	4	0.25	5	0.013
		<i>Spananthe paniculata</i> Jacquin	SPAPA	1	0.006		
	Asteraceae	<i>Acmella mutisii</i> (Kunth) Cass.	SPLMU**			3	0.008
		<i>Ageratum conyzoides</i> Linnaeus	AGECO			5	0.013
		<i>Ambrosia peruviana</i> Willdenow	AMBPE	2	0.012		

Clase	Familia	Especie	Código de especie	C		P	
				ni	pi	ni	pi
		<i>Baccharis</i> sp. Linnaeus	BACSS			2	
		<i>Bidens andicola</i> Kunth	BIDAN			2	0.005
		<i>Bidens pilosa</i> Linnaeus	BIDPI	1	0.006	11	0.028
		<i>Erigeron bonariensis</i> Linnaeus	ERIBO	4	0.025	15	0.038
		<i>Erigeron sumatrensis</i> Retzius	ERISU	4	0.025	1	0.003
		<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) de Candolle	EMISO			4	0.010
		<i>Erechtites valerianifolius</i> de Candolle	EREVA			7	0.018
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cavanilles	GASPA	3	0.019	19	0.048
		<i>Gamochoeta coarctata</i> (Willdenow) Kerguélen	GAMCO	5	0.031	11	0.028
		<i>Gnaphalium polycephalum</i> Michaux	GNAPO	3	0.019	3	0.008
		<i>Hieracium avilae</i> Kunth	HIEAV**			2	0.005
		<i>Hypochaeris radicata</i> Linnaeus	HRYRA	2	0.012	8	0.020
		<i>Jaegeria hirta</i> (Lagasca) Lessing	IAGHI	2	0.012	3	0.008
		<i>Lourteigia stoechadifolia</i> (L. f.) RM King & H. Rob.	LOUST**	3	0.019	3	0.008
		<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	NOTMA**			1	0.003
		<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.	DEBLE**			1	0.003
		<i>Senecio vulgaris</i> Linnaeus	SENVU	2	0.012		
		<i>Sonchus asper</i> (Linnaeus) Hill	SONAS	2	0.012	4	0.010
		<i>Sonchus oleraceus</i> Linnaeus	SONOL	2	0.012	10	0.025
		<i>Stevia elatior</i> Kunth	SVAEL**			2	0.005
		<i>Stevia lucida</i> Lag.	SVALU**			1	0.003
		<i>Stevia trifida</i> Lag.	SVAMI**			1	0.003
		<i>Tagetes filifolia</i> Lagasca	TAGPU			3	0.008
		<i>Taraxacum officinale</i> Weber	TAROF	3	0.019	2	0.005
		<i>Villanova oppositifolia</i> Lag.	VILLOP**	1	0.006		
	Brassicaceae	<i>Brassica napus</i> Linnaeus	BRSNN	1	0.006	2	0.005
	Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp. Linnaeus	CAZSS	1		2	
	Campanulaceae	<i>Diastatea micrantha</i> (Kunth) McVaugh	DSTSS			3	0.008
	Caryophyllaceae	<i>Cerastium arvense</i> Linnaeus	CERAR	2	0.012		
		<i>Drymaria cordata</i> (Linnaeus) Schultes	DRYCO			5	0.013
		<i>Silene gallica</i> Linnaeus	SILGA			4	0.010
		<i>Spergula arvensis</i> Linnaeus	SPRAR			2	0.005
		<i>Stellaria media</i> (Linnaeus) Villars	STEME			6	0.015
	Commelinaceae	<i>Tradescantia zanonii</i> (L.) Sw.	CPJZA	1	0.006	7	0.018
		<i>Commelina diffusa</i> N. Burman	COMDI	1	0.006	5	0.013
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacquin	IPOHF			6	0.015
		<i>Ipomoea nil</i> (Linnaeus) Roth	IPONI			1	0.003
		<i>Ipomoea tricolor</i> Cavanilles	IPOTO			1	0.003
	Fabaceae	<i>Desmodium molliculum</i> Kunth (DC)	DEDMO**			8	0.020
		<i>Senna</i> sp. Mill.	SJNSS	1		1	
		<i>Trifolium dubium</i> Sibthorp	TRFDU	2	0.012		
		<i>Trifolium repens</i> Linnaeus	TRFRE	5	0.031	5	0.013
	Hypericaceae	<i>Hypericum thesiifolium</i> Kunth	HYPTH**	2	0.012	5	0.013
	Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> Linnaeus	HXYDE	1	0.006	3	0.008
	Iridaceae	<i>Crocsmia crocosmiiflora</i> (Burbidge & Dean) Brown	TTRCR	2	0.012	1	0.003
		<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	SISBO**	2	0.012	3	0.008
	Lamiaceae	<i>Clinopodium brownei</i> (Swartz) Kuntze	MMJBR	1	0.006		
		<i>Salvia palifolia</i> Kunth	SALPA**			2	0.005
	Lythraceae	<i>Cuphea decandra</i> Aiton	CPHCI**	2	0.012	4	0.010
		<i>Cuphea racemosa</i> Sprengel	CPHRA	2	0.012	3	0.008
	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> Linnaeus	SIDRH	1	0.006	6	0.015
		<i>Fuertesimalva limensis</i> (Linnaeus) Fryxell	FUTLI	1	0.006		
	Melastomataceae	<i>Chaetolepis microphylla</i> (Bonpl.) Miq.	CJPMI**	1	0.006	1	0.003
		<i>Monochaetum myrtoideum</i> (Bonpl.) Naudin	MNCMY**	2	0.012	7	0.018
	Onagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i> (Linnaeus) Hara	LUDPV	1	0.006	1	0.003
	Orobanchaceae	<i>Castilleja arvensis</i> Schlechtendal & Chamisso	CSLAR	1	0.006	3	0.008
	Oxalidaceae	<i>Oxalis filiformis</i> Kunth	OXAFI**	5	0.031	10	0.025
		<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	OXALA	1	0.006		
	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	PHTBO**			3	0.008
	Piperaceae	<i>Peperomia magnoliifolia</i> (Jacquin) Dietrich	PEOMG	1	0.006		
	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Kunth	PLAHI	1	0.006	3	0.008
		<i>Veronica persica</i> Poiret	VERPE	3	0.019		
	Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i> Linnaeus	POGPA			3	0.008
	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	MUETA**	1	0.006	3	0.008
		<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisner) Gross	POLNE	7	0.043	10	0.025
		<i>Persicaria hydropiperoides</i> (Michaux) Small	POLHP	2	0.012	1	0.003
		<i>Persicaria segetum</i> (Kunth) Small	POLSE	1	0.006	1	0.003
		<i>Rumex acetosella</i> Linnaeus	RUMAA	4	0.025	9	0.023
		<i>Rumex crispus</i> Linnaeus	RUMCR	6	0.037	5	0.013

Clase	Familia	Especie	Código de especie	C		P	
				ni	pi	ni	pi
	Primulaceae	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U. Manns & Anderberg	ANGAR	1	0.006	3	0.008
	Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	DUCIN	3	0.019		
		<i>Lachemilla moritziana</i> (L.M. Perry) Dammer	LACHMOR**	3	0.019	2	0.005
		<i>Rubus floribundus</i> Weihe	RUBFL**	2	0.012	3	0.008
		<i>Rubus nubigenus</i> Kunth	RUBMA**	1	0.006		
		<i>Rubus roseus</i> Poirlet	RUBRZ			2	0.005
		<i>Rubus urticifolius</i> Poirlet	RUBUF	2	0.012		
	Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> Ruiz & Pavón	CCZLA			1	0.003
		<i>Galianthe bogotensis</i> (Kunth) E.L. Cabral & Bacigalupo	GTEBO**			8	0.020
		<i>Galium hypocarpium</i> (Linnaeus) Grisebach	GALHY			5	0.013
		<i>Spermacoce</i> sp. Linnaeus	SPCSS			1	
	Scrophulariaceae	<i>Alonsoa meridionalis</i> (C.Linnaeus) Kuntze	AONME			3	0.008
	Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> Linnaeus	PHYAN	1	0.006	2	0.005
		<i>Solanum nigrum</i> Linnaeus	SOLNI	2	0.012		
	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	VEBLI	3	0.019	1	0.003
	Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	CYPAK			4	0.010
		<i>Cyperus odoratus</i> Linnaeus	CYPFE	1	0.006	4	0.010
		<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottbøll	KYLBR	2	0.012	6	0.015
		<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	RHCNE	2	0.012	4	0.010
	Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i> Linnaeus	AOXOD	4	0.025	7	0.018
		<i>Avena fatua</i> Linnaeus	AVEFA			1	0.003
		<i>Bromus catharticus</i> Vahl	BROCA	1	0.006	2	0.005
		<i>Cenchrus clandestinus</i> (Chiovenda) Morrone	PESCL	5	0.031	7	0.018
		<i>Cynodon dactylon</i> (Linnaeus) Persoon	CYNDA	1	0.006		
		<i>Digitaria sanguinalis</i> (Linnaeus) Scopoli	DIGSA	1	0.006	2	0.005
		<i>Eragrostis pilosa</i> (Linnaeus) Palisot de Beauvois	ERAPI	1	0.006	8	0.020
		<i>Holcus lanatus</i> Linnaeus	HOLLA	4	0.025	10	0.025
Monocotiledonea		<i>Lolium temulentum</i> Linnaeus	LOLTE	2	0.012	1	0.003
		<i>Melinis minutiflora</i> Palisot de Beauvois	MILMI	2	0.012	5	0.013
		<i>Panicum</i> sp. Linnaeus	PANSS			1	
		<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	PASCO	1	0.006	1	0.003
		<i>Paspalum notatum</i> Flügge	PASNO			1	0.003
		<i>Paspalum paniculatum</i> Linnaeus	PASPA			1	0.003
		<i>Paspalum</i> sp. Linnaeus	PASSS	4		9	
		<i>Poa annua</i> Linnaeus	POAAN	3	0.019	4	0.010
		<i>Poa nemoralis</i> Linnaeus	POANE	1	0.006	4	0.010
		<i>Setaria parviflora</i> (Poirlet) Kerguelen	SETGE			5	0.013
		<i>Sporobolus indicus</i> (Linnaeus) Brown	SPZIN	3	0.019	3	0.008
		<i>Sporobolus palmeri</i> Scribn.	SPZPA**			2	0.005
	Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp. Linnaeus	SMISS			2	
Pteridopsida	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium esculentum</i> (G.Forster) Cockayne	PTEES			11	0.028
		Número total de individuos (N)		162		400	
		Número total de especies (S)		75		95	

*: EPPO, 2024, **: Código asignado por los autores, C: Chitagá, P: Pamplona, ni: número de individuos de la especie *i* en el municipio, pi: abundancia proporcional de la especie *i* en el municipio ($pi = ni/N$).

El número de especies de arvenses registradas en este estudio es inferior a las reportadas por Castellanos *et al.* (2022) que identificaron 255 especies pertenecientes a 60 familias botánicas, en su estudio sobre la diversidad de especies de malezas y su cobertura en ocho municipios de Boyacá, Colombia. El estudio se llevó a cabo en 120 fincas de pequeños productores de policultivos, entre los que se encontraba *R. glaucus*, bajo un modelo agroecológico y con el menor uso de productos químicos, lo cual pudiera explicar la mayor diversidad en comparación con el presente estudio. Sin embargo, existe coincidencia con el estudio de Castellanos *et al.* (2022), al destacar las familias Asteraceae y Poaceae, como las de mayor riqueza.

Así mismo, los resultados en este cultivo se asemejan a los reportados por Hoyos *et al.* (2015) quienes investigaron sobre las arvenses asociadas a los cultivos de cítricos, guayaba, maracuyá y piña en tres municipios del departamento del Meta, Colombia, con una comunidad de arvenses compuesta por 39 familias botánicas, 102 géneros y 135 especies, donde dominaron las familias Asteraceae (Dicotiledónea) y Poaceae (Monocotiledónea). Según García (2014) dentro de las dicotiledóneas, las familias Asteraceae y Poaceae son destacadas por el aporte e importancia de sus especies.

La familia Asteraceae se presenta comúnmente en una amplia variedad de sistemas de siembra con una distribución de más de 23,000 especies en 1,600 géneros. Las familias monocotiledóneas registradas en

el presente estudio son reconocidas por su facilidad de adaptación a los sistemas de siembra, capacidad de distribución y el número de especies. La familia Poaceae destaca al poseer el mayor número de especies consideradas plantas arvenses, con diversas formas de propagación, además de su eficiencia en crecimiento y alta plasticidad fenotípica (García, 2014).

En el municipio Chitagá se recolectaron 75 especies, 59 de la subclase dicotiledóneas (78.67 %) y 16 monocotiledóneas (21.33 %). A su vez, en el municipio Pamplona se registró un total de 95 especies, de las cuales 73 se correspondieron con la subclase dicotiledóneas (76.84 %), 21 con las monocotiledóneas (22.11 %) y sólo 1 especie con la subclase Pteridopsida (1.05 %) (Tabla 1).

La riqueza de la flora arvense (Tabla 1) en el municipio Chitagá, se distribuyó en 75 especies (66.37 %) reunidas en 66 géneros (70.97 %) y 28 familias (82.35 %); *Persicaria nepalensis* (Polygonaceae) fue la especie más abundante ($ni: 7, pi: 0.043$). Sin embargo, fue menor en comparación con el municipio Pamplona donde se registraron 31 familias (91.18 %) con 95 especies (84.07 %) pertenecientes a 78 géneros (83.87 %); *Galinsoga parviflora* (Asteraceae) fue la especie más abundante ($ni: 19, pi: 0.048$). Las familias comunes en ambos municipios fueron: Amaranthaceae, Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Commelinaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Hypoxidaceae, Iridaceae, Lythraceae, Malvaceae, Melastomataceae, Onagraceae, Orobanchaceae, Oxalidaceae, Plantaginaceae, Poaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Rosaceae,

Solanaceae y Verbenaceae, destacando las familias Asteraceae y Poaceae, con 12 especies en común en los municipios.

Al analizar la distribución del número de especies por familia asociadas al cultivo de *R. glaucus* en los municipios evaluados (Figura 1), se observó que existe una mayor representación en cuanto al número de especies presentes en las familias Asteraceae (n: 27) y Poaceae (n: 18), seguida por Polygonaceae y Rosaceae con seis especies cada una, Caryophyllaceae (n: 5) y Cyperaceae (n: 4), Amaranthaceae, Apiaceae, Convolvulaceae, Fabaceae y Rubiaceae con tres especies cada familia. Por su parte, las familias Commelinaceae, Iridaceae, Lamiaceae, Lythraceae, Malvaceae, Melastomataceae, Oxalidaceae, Plantaginaceae y Solanaceae, registraron dos especies cada una. En total 20 familias reúnen 99 especies, que representa el 87.61 % de las especies encontradas. El resto de las especies registradas se agruparon en 14 familias diferentes, a razón de una especie por familia.

Las principales familias reportadas en el presente estudio fueron Asteraceae dentro de las dicotiledóneas y Poaceae dentro de las monocotiledóneas, concordante con lo afirmado por Díaz-Garanados (2022) en su análisis de la amplitud taxonómica de la Lista de Plantas Útiles de Colombia, así como en el estudio de Hoyos *et al.* (2015) y Castellanos *et al.* (2022). Estas familias figuran entre las cinco más importantes reportadas por Obrador-Olán *et al.* (2019) y Anzalone *et al.* (2012) en el cultivo de naranja Valencia y por Derrouch *et al.* (2021) en su estudio sobre agricultura de conservación.

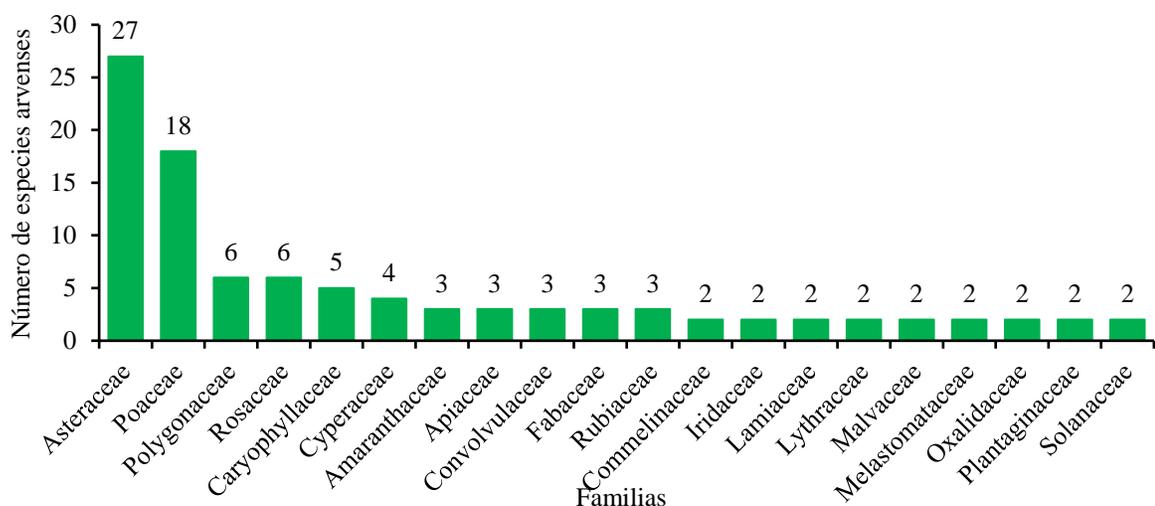


Figura 1. Número de especies arvenses por familia asociadas al cultivo de *Rubus glaucus* Benth en los municipios Chitagá y Pamplona, Colombia.

La alta capacidad de producción de semillas en comparación con otras familias de plantas, el rápido crecimiento, el alto poder germinativo y la gran facilidad de dispersión de las semillas, aunado a sus intensos ciclos reproductivos en un corto periodo de tiempo, son algunas de las características que contribuyen al éxito de la distribución ecológica y al dominio de las especies de la familia Asteraceae, que prevalecen en el presente estudio por tener un número de especies superior. En el caso de las especies de la familia Poaceae destacan factores como la facilidad de adaptación, la reproducción sexual y asexual, la mayor eficiencia fotosintética debido a su metabolismo C4 y el hecho de que algunas de ellas sean especies con alto potencial invasor, se traduce en un aumento significativo de su permanencia en los cultivos y en el enriquecimiento del banco de semillas del suelo (Ramesh *et al.*, 2017).

Es importante destacar que la presencia de estas especies en el agroecosistema estudiado podría atribuirse a las prácticas de manejo de arvenses muy tradicionales del huerto, que incluían control de arvenses manual y poco rastreo del suelo, siendo poco frecuente el control con herbicidas en el cultivo. Otro punto a destacar es que estos sistemas agrícolas de cultivos frutales se distinguen por la baja perturbación del suelo, lo que favorece el aumento de la variedad de especies de arvenses (Anzalone *et al.*, 2012). Caamal (2004) señala que el manejo del agricultor (arado, deshierbe, aporque) influye en la distribución y cantidad de malezas en el campo. También es conocido

que la presencia de integrantes de estas familias está relacionada con las condiciones de clima, suelo y actividades antropogénicas, como lo referido por Ramos *et al.* (2011).

Los resultados del análisis de la variable frecuencia relativa en las fincas del municipio Chitagá (Figura 2) muestran a *Persicaria nepalensis* y *Rumex crispus* (Polygonaceae) como las especies más frecuentes (4.32 y 3.70 %, respectivamente); éstas fueron seguidas por *Cenchrus clandestinus* (Poaceae), *Gamochoeta coarctata* (Asteraceae), *Oxalis filiformis* (Oxalidaceae) y *Trifolium repens* (Fabaceae), con 3.09 % cada una; las otras especies fueron poco frecuentes (≤ 2.47 %). Del total de especies, 12 presentaron frecuencias superiores a 1.85 % y 10 frecuencia de 1.85 %, acumulando el 51.85 % de frecuencia relativa. Finalmente, las 53 especies restantes (48.14 %) presentaron frecuencia entre 1.23 y 0.62 %.

P. nepalensis (Polygonaceae) fue la especie más frecuente en el presente estudio; ésta es una especie invasora que se encuentra en numerosos países tropicales de todo el mundo, perjudicando sobre todo a cultivos anuales situados entre 1,200 y 2,500 m de altitud, como patatas y hortalizas (Quijano *et al.*, 2019). *R. crispus* (Polygonaceae) es una planta perenne capaz de competir fuertemente con cultivos herbáceos, especialmente pastos, lo que la hace indeseable para la agricultura y la más importante en el mundo, como lo afirmado por Zaller (2004).

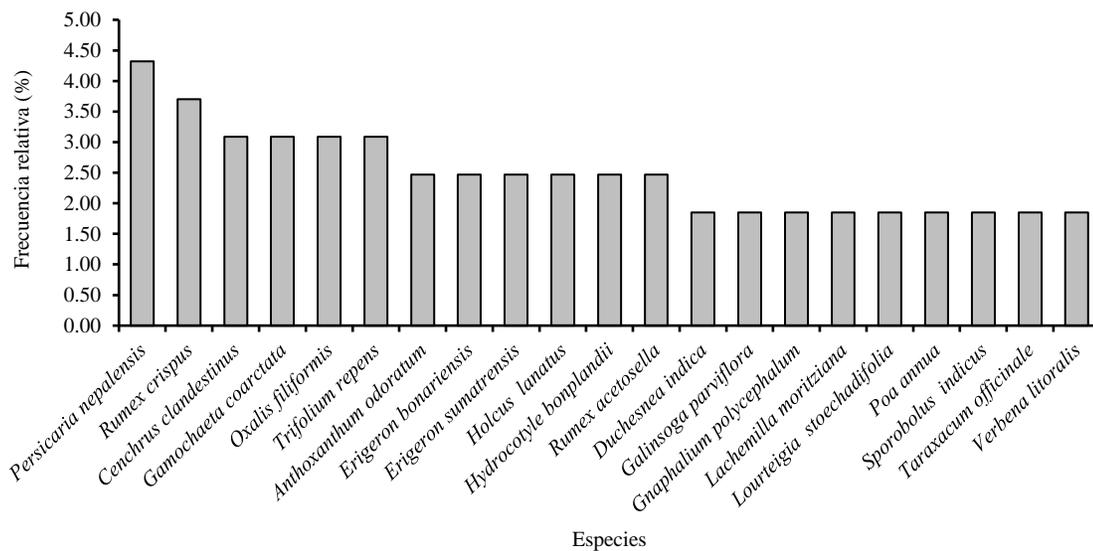


Figura 2. Frecuencia de observación de cada especie en relación al total de número de sitios muestreados en el municipio Chitagá, Colombia.

En la Figura 3 se muestra la frecuencia de observación de las especies de flora arvense asociadas al cultivo de *R. glaucus* en el municipio Pamplona, donde *G. parviflora* (Asteraceae) registró 4.75 %, seguida de *Erigeron bonariensis* con 3.75 % y con 2.75 %, cada una, las especies *Bidens pilosa*, *Gamochaeta coarctata* (Asteraceae) y *Pteridium esculentum* (Dennstaedtiaceae); el resto de especies fue poco frecuente (≤ 2.50 %). Del total de especies, 19 presentaron frecuencias superiores a 1.50 %, acumulando el 45.75 % de frecuencia acumulada. El 19.75 % de frecuencia acumulada lo registraron las especies con frecuencia relativa entre 1.50 y 1.25 %, mientras que las 61 especies restantes (34.5 %) registraron frecuencia relativa entre 1 y 0.25 %.

En el municipio Pamplona la especie *G. parviflora* se registró con mayor frecuencia, la especie presenta características significativas que le permiten la una fácil distribución y rápido establecimiento, lo que hace que sea difícil de controlar. Entre sus características destacan la ausencia de latencia de las semillas (rápido crecimiento y desarrollo), la floración temprana, las múltiples generaciones por temporada de crecimiento, la producción de un gran número de semillas en una amplia gama de circunstancias ambientales y la capacidad de fácil reproducción vegetativa en condiciones favorables (Damalas, 2008).

G. parviflora en Europa ha sido señalada como una arvense muy limitante en cultivos orgánicos de hortalizas (Damalas, 2008; De Cauwer et al., 2021), así como cereales, leguminosas, tabaco, café y frutales como la fresa, banana y cítricos (Damalas, 2008). En relación con el manejo de ésta especie, el manejo es

dirigido al control de bancos de semilla, cultivar sin voltear el suelo, así como utilizar enmiendas orgánicas con bajo contenido de fósforo fácilmente disponible para las plantas (De Cauwer et al., 2021).

En Pamplona también destaca la presencia de *E. bonariensis* que es una de las arvenses más problemáticas, tóxicas, invasoras y comunes en la agricultura moderna. Esta especie tiene características biológicas que le permite invadir y adaptarse a diversas condiciones ambientales. *E. bonariensis* se propaga rápidamente debido a su singular biología reproductiva, su eficaz mecanismo de distribución de semillas y su capacidad para interferir activamente y albergar plagas de los cultivos. Esta especie genera pérdidas anuales de producción entre el 28 y el 68 % en cultivos esenciales como la soja y el algodón (Bajwa et al., 2016).

Diversidad florística

En relación con la diversidad de la flora arvense asociada al cultivo de *R. glaucus* en los dos municipios (Tabla 2), la comparación mediante la prueba no paramétrica de la mediana, rechazó la hipótesis nula de igualdad de las medianas para número de especies e individuos y los índices Simpson y Shannon-Wiener ($p \leq 0.05$), no así para el índice de Pielou. La capacidad competitiva de las especies y comunidades de flora arvense de cada municipio difiere según los índices utilizados en el presente estudio. El índice de Simpson, el índice de Shannon-Wiener y el índice de Pielou de la flora arvense entre los dos municipios mostraron una tendencia opuesta.

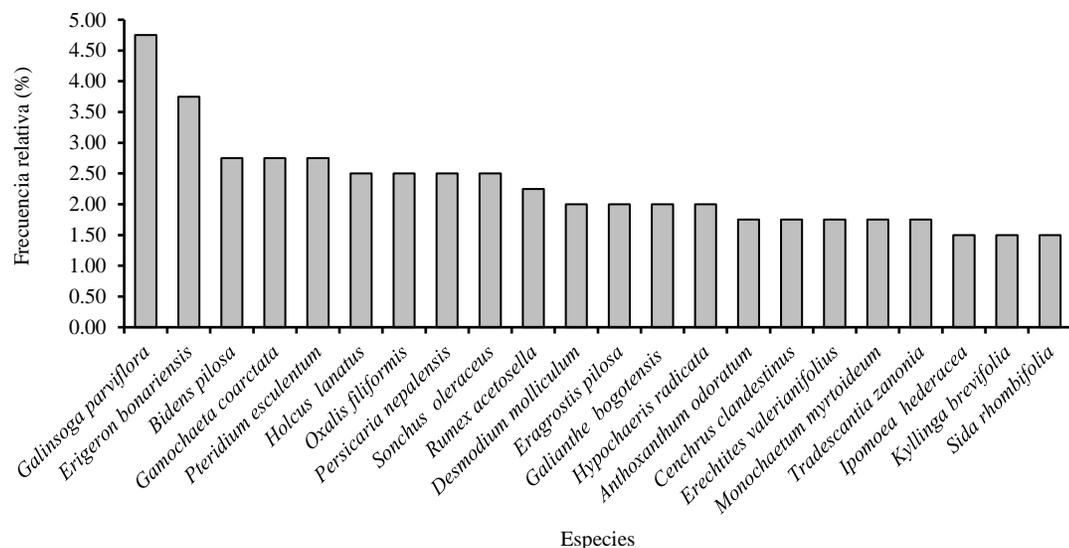


Figura 3. Frecuencia de observación de cada especie en relación al total de número de sitios muestreados en el municipio Pamplona, Colombia.

Tabla 2. Comparación de la diversidad de la flora arvense asociada al cultivo de *Rubus glaucus* Benth en dos municipios del Norte de Santander, Colombia.

Municipio / Diversidad	Chitagá	Pamplona
	(Mediana / Rango intercuartil)	
Especies (S)	22 a / 16	33 b / 13
Individuos (N)	22 a / 21	34 b / 20
Simpson (D')*	0.955 a / 0.03	0.968 b / 0.01
Shannon-Wiener (H')*	3.091 a / 0.68	3.476 b / 0.35
Pielou (J')*	1.000 a / 0.01	0.995 a / 0.01

*: Comparación de medianas mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Valores con letras diferentes en la hilera indican diferencias entre las medianas ($p \leq 0.05$).

El índice de Shannon-Wiener (H') permitió determinar el grado de diversidad de flora arvense en los municipios estudiados, el cual es más sensible a las especies poco comunes. La diversidad en el municipio Chitagá fue significativamente más baja indicando una menor diversidad. Este municipio también presentó el menor número de individuos y riqueza de especies de flora arvense, en comparación con el municipio Pamplona (Tablas 1 y 2). Según Mora-Donjuán *et al.* (2017) el índice en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. De allí que la diversidad observada en los municipios se considera alta, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) que posicionan a Pamplona (Tabla 2) como el municipio con mayor diversidad (3.476). La mayor diversidad observada en Pamplona coincide con el manejo convencional mínimo dado a las plantaciones de mora, tal como lo indicado por Hashemi *et al.* (2014). En relación con esto, Blanco-Valdes (2016) ha señalado que la alta diversidad y la disminución de la dominancia permiten recuperar el equilibrio ecológico de la flora arvense con menor daño a los cultivos.

El índice de Simpson (D') permitió determinar el grado de dominancia de la flora arvense asociada a *R. glaucus*. Según Martínez (2022) el rango del índice de Simpson (D') va de 0 a 1, así: cuanto más se acerca el valor de D' a 1, mayor es la diversidad del hábitat, mientras que cuanto más se acerca el valor de D' a 0, menor es la diversidad del hábitat. El grado de dominancia de la flora arvense registrado fue diferente entre los municipios (Tabla 2). En el municipio Pamplona fue significativamente mayor, indicando que la flora arvense presenta una diversidad muy alta y baja dominancia, existiendo una alta probabilidad de que dos individuos extraídos al azar pertenezcan a una misma especie, en comparación con el municipio Chitagá con valores de 0.955 (Tablas 1 y 2).

Para evaluar la equitatividad de la distribución de los individuos en las especies se utilizó el índice de equidad de Pielou (J'), considerando que cuanto más se acerque el resultado a la unidad es más equitativo y

viceversa. La equitatividad se acerca a 0 cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Magurran, 1988). El índice de Pielou (J') registrado no fue diferente estadísticamente ($p \geq 0.05$) entre los municipios. En el municipio Chitagá fue 1.00 e indicó que la distribución de los individuos por especie es equitativa (Tabla 2) y muy diversa con el 50 % de los individuos registrados en sólo 20 especies (Figura 2), en comparación con Pamplona donde 23 especies reunieron el 50 % de los individuos colectados (Figura 3).

La competencia entre la flora arvense y los cultivos puede variar en función de la especie estudiada y de las condiciones ambientales y provoca grandes pérdidas de rendimiento en entornos agrícolas (Pratibha *et al.*, 2021). Las especies vegetales tienen la capacidad de adaptar su metabolismo en respuesta a unas condiciones ambientales cambiantes (Wang *et al.*, 2015). Según da Conceição *et al.* (2019) esto puede atribuirse a las modificaciones de su sistema radicular, que mejora la absorción de agua y nutrientes, reflejando la alta competitividad de las arvenses.

Similaridad florística

La similaridad florística se basa en la incidencia de las especies en cada ambiente (presencia o ausencia) y el resultado se puede visualizar como la proporción o porcentaje de especies compartidas, permitiendo conocer en forma detallada la semejanza entre pares de comunidades florísticas que previamente han sido definidas. Para las zonas de estudio se determinó un valor de similitud florística $I_j = 51.33$ %, con 57 especies compartidas.

Al respecto, Tessema *et al.* (1999) sostienen que dos ubicaciones son similares en composición de especies si el índice de similitud es mayor a 60 %. En el presente estudio el valor fue menor a 60 %, indicando que existe una composición florística diferenciada entre los municipios. La baja similaridad mostró que la mayoría de las especies de una zona no se dan en la otra, posiblemente por los patrones geográficos y climáticos

predominantes en cada una de ellas. La forma en que una planta responde a su entorno y manejo está vinculada a su función ecológica, ya que ciertos grupos de rasgos confieren adaptación a un conjunto común de condiciones y dan como resultado un conjunto común de funciones ecosistémica, según lo indicado por MacLaren *et al.* (2020).

En relación con los atributos del suelo, en el municipio Pamplona predominaron los suelos de moderado a fuertemente ácidos y con posibles limitaciones por aluminio y sodio (Tabla 3); presenta temperatura media de 16 °C y precipitaciones importantes la mayor parte del año, con una media anual de 993.9 mm (IGAC, 2006). Mientras que el municipio Chitagá, aunque presenta ciertas condiciones edáficas (suelo de moderado a ligeramente ácido) (Tabla 3) se diferencia por presentar temperatura media de 18 °C y menor precipitación, con una media anual de 879.5 mm.

Los suelos del área de estudio en el municipio Chitagá presentan suelos moderadamente ácidos y no salinos, con baja solubilidad de fósforo y regular disponibilidad de nitrógeno, calcio y magnesio. Por su parte, el suelo en la zona de muestreo de Pamplona se considera fuerte a extremadamente ácido, no salino, con posibles efectos negativos, como una disminución en la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, calcio y

magnesio, así como la toxicidad del aluminio. Estudios previos sobre la caracterización de los suelos del Norte de Santander han referido que presentan alta variabilidad en la concentración de macro y micronutrientes y en general baja fertilidad natural típico del orden Inceptisol, debido a que son suelos bastante jóvenes todavía en evolución con un grado de desarrollo incipiente (Castellanos *et al.*, 2022).

El suelo de Chitagá presenta mayor disponibilidad de nitrógeno, en comparación con Pamplona, lo cual se reflejó también en la composición de especies y en la menor riqueza y diversidad de flora arvense, debido posiblemente a la mayor la competencia, como lo reportado por Lazzaro *et al.* (2014) en su estudio sobre los cambios en el suelo y las plantas tras la invasión de *Acacia dealbata* en un ecosistema mediterráneo. Sin embargo, Forero-Pineda *et al.* (2021) han afirmado que las especies se distribuyen según patrones que responden a un vínculo con un conjunto de factores fisicoquímicos, la competencia por los recursos nutricionales y condiciones externas al cultivo. En este sentido también se ha señalado que la diversidad de las comunidades de flora arvense puede verse influida por el sistema de labranza y la fertilización (Travlos *et al.*, 2018), así como por las condiciones ambientales (Chauhan, 2020).

Tabla 3. Atributos del suelo muestreado en fincas productoras de *Rubus glaucus* Benth. de los municipios de Chitagá y Pamplona, Colombia.

Descriptor	Unidad	Municipio							
		Chitagá				Pamplona			
		Media	Rango Mín/Máx	DS	CV (%)	Media	Rango Mín/Máx	DS	CV (%)
Propiedades químicas									
pH		5.94	5.80/6.00	0.09	1.52	4.99	4.25/5.50	0.35	7.01
C.E.	ds.m ⁻¹	0.00	0.00/0.00	0.00	0.00	0.08	0.03/0.14	0.04	50.00
C.O.	%	2.65	2.25/2.80	0.25	9.43	2.76	1.20/4.10	1.00	36.23
Nt	%	0.25	0.19/0.28	0.04	16.00	0.24	0.15/0.35	0.09	37.50
Nutrientes extraíbles									
Al	cmol.kg ⁻¹	0.73	0.00/1.00	0.45	61.64	1.55	0.00/2.80	0.77	49.68
P	cmol.kg ⁻¹	15.64	14.00/20.00	2.70	17.26	6.04	2.50/15.20	4.15	68.71
S	cmol.kg ⁻¹	2.91	0.00/4.00	1.80	61.86	7.99	6.60/9.30	0.85	10.64
Ca	cmol.kg ⁻¹	4.95	3.50/5.50	0.90	18.18	0.37	0.22/0.57	0.12	32.43
Mg	cmol.kg ⁻¹	1.66	0.50/2.10	0.72	43.37	0.37	0.29/0.60	0.10	27.03
K	cmol.kg ⁻¹	0.02	0.02/0.04	0.01	50.00	0.22	0.12/0.36	0.09	40.91
Na	cmol.kg ⁻¹	0.00	0.00/0.00	0.00	0.00	0.76	0.03/2.41	0.96	126.32
Cl.CE	cmol.kg ⁻¹	43.03	36.00/45.67	4.35	10.11	3.27	1.37/5.49	1.29	39.45
Cu	mg.kg ⁻¹	1.22	1.00/1.80	0.36	29.51	0.41	0.20/0.70	0.17	41.46
Fe	mg.kg ⁻¹	56.45	45.00/87.00	18.88	33.45	3,584.44	241.10/25,834.00	8,376.93	233.70
Zn	mg.kg ⁻¹	0.41	0.00/1.50	0.67	163.41	0.77	0.30/1.70	0.53	68.83
Mn	mg.kg ⁻¹	4.87	4.00/7.20	1.44	29.57	3.97	0.80/9.40	2.91	73.30
B	mg.kg ⁻¹	0.02	0.00/0.09	0.04	200.00	0.10	0.05/0.28	0.07	70.00

n: Chitagá 55, Pamplona 283; DS: desviación estándar; CV (%): coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Las arvenses dicotiledóneas dominaron en el cultivo de *R. glaucus*, con mayor presencia de especies dicotiledóneas en el municipio Pamplona, destacando las familias Asteraceae y Poaceae con el mayor número de especies, independientemente de los municipios, así como la mayor abundancia de *G. parviflora* en Pamplona y *Persicaria nepalensis* en Chitagá.

La capacidad competitiva de las especies y comunidades de flora arvense de cada municipio difiere según los índices de diversidad utilizados, mostrando una tendencia opuesta. Pamplona registró la mayor diversidad y riqueza de especies que presentaron una diversidad muy alta y baja dominancia, según el índice de Simpson.

La composición florística entre los municipios fue diferente, con una baja similaridad entre éstos, indicando que la mayoría de las especies de una zona no se dan en la otra, lo que significa que ambos son pequeños reservorios de agrobiodiversidad.

El suelo de Chitagá presentó mayor disponibilidad de nitrógeno, lo cual se reflejó también en la composición de especies y en la menor riqueza y diversidad de flora arvense, debido posiblemente a la mayor la competencia. Estos resultados muestran que existen diferentes comunidades de arvenses que deben ser consideradas en el manejo agronómico para la producción del cultivo de *R. glaucus*.

Funding. This research was funded by the authors and the University of Pamplona.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethical approval. Not applicable.

Data availability. The data supporting the findings of this study are available from the corresponding author (enriquegarcia@unipamplona.edu.co) upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). **E. Quevedo-García** – Supervision, Conceptualization, Investigation, Methodology, Validation, Visualization, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review & editing. **G.O. Cancino-Escalante** – Funding acquisition, Project administration, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review & editing. **L.R. Sánchez-Montaño** – Investigation, Methodology, Data curation, Validation, Resources, Writing – review & editing.

REFERENCES

- Agronet (Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano)., 2021. Results of the municipal agricultural evaluations of the year 2021. Bogotá. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Anzalone, A., Arizaleta, M. and González, M., 2012. La flora arvense en huertos de naranjo Valencia y su relación con las características del suelo en dos municipios del estado Yaracuy, Venezuela. *Bioagro*, 24(1), pp. 23-32. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85723518004.pdf>
- Arango-Cortés, L.G. and Gómez-Pinzón, L.M., 2000. Estudio de la competencia entre las arvenses y el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth) en la zona de Manizales Caldas. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/21722>
- Ayala, L., Valenzuela, C. and Bohórquez, Y., 2013. Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.). *Scientia Agroalimentaria*, 1, pp. 39-44. <https://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/29>
- Bajwa, A.A., Sadia, S., Ali, H.H., Jabran, K., Masood Peerzada, A. and Singh Chauhan, B., 2016. Biology and management of two important *Conyza* weeds: a global review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, pp. 24694-24710. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7794-7>
- Barbour, M.G., Burk, J.H. and Pitts, W.D., 1980. *Terrestrial plant ecology*. Menlo Park: Benjamin/Cummings.
- Barroso, J., Miller, Z., Lehnhoff, E., Hatfield, P. and Menalled, F., 2015. Impacts of cropping system and management practices on the assembly of weed communities". *Weed Research*, 55(4), pp. 426-435. <https://doi.org/10.1111/wre.12155>
- Bernal, R., Gradstein, S. and Celis, M., 2015. *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Blanco-Valdes, Y., 2016. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), pp. 34-56. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193247419003>
- Bolaños Benavides, M. M., Cardona, W.A., García Muñoz, M.C., Zapata Narváez, Y.A., Beltrán Acosta, C.R., Vásquez Romero, R.E., Martínez Lemus, E.P., Hio, J.C., Ortega Flórez, N.C., Peña Holguín, A.C., Bautista Montealegre, L.G. and López Melo, D.A., 2024. Mora (*Rubus glaucus* Benth.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/40713>
- Briceño, K., 2020. Índice de Simpson: Fórmula, Interpretación y Ejemplo. Lifereder. <https://www.lifereder.com/indice-simpson/> (23 de octubre de 2020).
- Brickell, C. 1992. *Código internacional de nomenclatura de plantas cultivadas 1980*. Madrid: Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Asociación Española de Parques y Jardines Públicos.
- Caamal, J.A., 2004. Arvenses. En: Zuñiga F.B., (ed.). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cancino-Escalante, G., Quevedo-García, E., Villamizar, C., Sánchez-Montaña, L. and Díaz-Carvajal, C., 2014. Selección de materiales promisorios de mora (*R. glaucus* Benth) en los municipios de Pamplona y Chitagá, región Nororiental de Colombia. *Bistua*, 12(1), pp. 93-114. https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_vicivnes/index.php/BISTUA/article/view/1822
- Cancino-Escalante, G., Sánchez-Montaña, L., Quevedo-García, E. and Díaz-Carvajal, C., 2011. Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, región Nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16(3), pp. 219-233. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC16-3.pcor>
- Castellanos, L., Cepeda, M. and Leal, L., 2022. Cobertura de especies de arvenses en ocho municipios del departamento de Boyacá, Colombia. *INGE CUC*, 18(2), pp. 177-188. <http://doi.org/10.17981/ingecuc.18.2.2022.14>
- Castro-Díez, P., Fierro-Brunnenmeister, N., González-Muñoz, N. and Gallardo, A., 2012. Effects of exotic and native tree leaf litter on soil properties of two contrasting sites in the Iberian Peninsula. *Plant and Soil*, 350, pp. 179-191. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0893-9>
- Chauhan, B., 2020. Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy*, 1, p. 3. <https://doi.org/10.3389/fagro.2019.00003>
- Concenço G., André, A., Ferreira da Silva, A., Galon, L., Alves, E. and Aspiazu I., 2014. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. En: Monquero, A. ed. *Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas*. Brasil: Rima.
- da Conceição de Matos, C., da Silva Teixeira, R., Ribeiro da Silva, I., Dutra Costa, M. and da Silva, A.A., 2019. Interspecific competition changes nutrient: nutrient ratios of weeds and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 182(2), pp. 286-295. <https://doi.org/10.1002/jpln.201800171>
- Damalas, C.A., 2008. Distribution, biology, and agricultural importance of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae). *Weed Biology and Management*, 8(3), pp. 147-153. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2008.00290.x>
- De Cauwer, B., Biesemans, N., De Ryck, S., Delanote, L., Dewaele, K., Willekens, K., Vanden Nest, T. and Reheul, D., 2021. Effects of soil and crop management practices and pedohydrological conditions on the seedbank size of *Galinsoga* spp. in organic vegetable fields. *Weed Research*, 61(1), pp. 55-67. <https://doi.org/10.1111/wre.12457>
- Derrouch, D., Dessaint, F., Fried, G. and Chauvel, B., 2021. Weed community diversity in conservation agriculture: Post-adoption changes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 312(1), pp.107351. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107351>
- Díaz-Granados, M., 2022. A taxonomic summary of useful plants in Colombia. In: Negrão, R.

- Monro, A.K., Castellanos-Castro, C. and Díazgranados, M. eds. *Catalogue of useful plants of Colombia*. Richmond: Royal Botanic Gardens Kew, pp. 135-147.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2025. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int>
- Forero-Pineda, N., Serrano-Cely, P.A., Forero-Ulloa, F.E., Almanza-Merchán, P.J. and Cely-Reyes, G.E., 2021. Composition and abundance of weed-species in relation to physicochemical variables in soil for peach *Prunus persica* L. var. Rubidoux. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2), e12141. <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i2.12141>
- García, F., 2014. Classificação e mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas. En: Monquero, A. ed. *Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas*. Sao Carlos: RiMa. pp. 33-60.
- Gómez-Degraves, A. and Gómez-Marquina, K., 2018. *Diseño y análisis de experimentos agrícolas con SPSS*. Madrid: Amazon.
- González-Castro, Y., Manzano-Durán, O. and García-Hoya, O., 2019. Puntos críticos de la cadena productiva de la mora (*Rubus glaucus* Benth), en el municipio de Pamplona, Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(1), pp. 9-22. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10008>
- Hashemi, S.M., Peshin, R. and Feola, G., 2014. "From the farmers" Perspective: Pesticide use. In: Pimentel, D. and Peshin, R., eds. *Integrated pest management reviews*. New York: Springer. pp. 409-432.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. and Baptista-Lucio, M.D.P., 2014. *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Hoyos, V., Martínez, M.J. y Plaza, G., 2015. Malezas asociadas a los cultivos de cítricos, guayaba, maracuyá y piña en el departamento del Meta, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), pp. 247-258. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4181>
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), 2006. *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras: Del Departamento de Norte de Santander, Bogotá, Colombia*. Bogotá, Colombia: IGAC.
- Jaccard, P., 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 44, pp. 223-270. <https://doi.org/10.5169/seals-268384>
- Jadán, O., Torres, B., Selesi, D., Peña, D., Rosales, C. y Günter, S., 2016. Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador). *Colombia Forestal*, 19(2), pp. 129-142. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a01>
- L.K.S. Colombia Sas., 2013. Informe final. Programa de transformación productiva. pp. 126-131. <https://www.colombiaproductiva.com/getattachment/be970d94-1748-4edc-8aac-07f7969d7a12/Informe-de-Gestion-2013.aspx>
- Lazzaro, L., Giuliani, C., Fabiani, A., Agnelli, A., Pastorelli, R., Lagomarsino, A., Benesperi, R., Calamassi, R. and Foggi, B., 2014. Soil and plant changing after invasion: the case of *Acacia dealbata* in a Mediterranean ecosystem. *Science of the Total Environment*, 497, pp. 491-498. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.014>
- MacLaren, C., Storkey, J., Menegat, A., Metcalfe, H. and Dehnen-Schmutz, K., 2020. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, pp. 24. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00631-6>
- Magurran, A. E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Majewska, M., Błaszowski, J., Nobis, M., Rola, K., Nobis, A., Łakomicz, D., Czachura, P. and Zubek, S., 2015. Root-inhabiting fungi in alien plant species in relation to invasion status and soil chemical properties. *Symbiosis*, 65, pp. 101-115. <https://doi.org/10.1007/s13199-015-0324-4>
- Martínez Arévalo, J.V., 2022. El cálculo de diversidad biológica. Parte I: Diversidad biológica alfa. *Tikalía*, 41(1), pp. 48-62.

- Marulanda, M., López, A. and Uribe, M., 2012. Genetic diversity and transferability of *Rubus* microsatellite markers to South American *Rubus* species. In: Caliskan, M. ed. *The molecular basis of plant genetic diversity*. Rijeka: In Tech. pp. 151-164.
- Matos, C., Costa, M., Silva, I. and Silva, A., 2019. Competitive capacity and rhizosphere mineralization of organic matter during weed-soil microbiota interactions. *Planta Daninha*, 37, pp.e019182676. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100007>
- Mora-Donjuán, C.A., Burbano-Vargas, O.N., Méndez-Osorio, C. and Castro-Rojas, D.F., 2017. Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un bosque de encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), pp. 68-75. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Morales, C. and Villegas, B., 2012. Mora (*Rubus glaucus* Benth). En: Fischer, G. ed. *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. Bogotá: Produmedios. pp. 728-754.
- Moreno-Medina, B.L. y Casierra-Posada, F., 2021. Caracterización de especies de mora (*Rubus* sp.) cultivadas en los altiplanos tropicales. En: Fischer, G., Miranda, D., Magnitskiy, S., Balaguera-López, H.E. and Molano, Z. eds. *Avances en el cultivo de las berries en el trópico*. Bogotá: SCCH (Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas). pp. 102-112. <https://doi.org/10.17584/IBerries>
- Obrador-Olán, J.J., García-López, E., Almeyda-Santos, L.E., Castelán-Estrada, M. and Carrillo-Ávila, E., 2019. Weeds in a sugar cane soil cultivated with *Crotalaria juncea*. *Planta Daninha*, 37, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100002>
- Pakeman, R., Brooker, R., Karley, A., Newton, A., Mitchell, C., Hewison, R., Pollenus, J., Guy, D. and Schöb, C., 2019. Increased crop diversity reduces the functional space available for weeds. *Weed Research*, 60(2), pp. 121-131. <https://doi.org/10.1111/wre.12393>
- Pielou, E.C., 1969. *An introduction to mathematical ecology*. New York: Wiley.
- Pielou, E.C., 1975. *Mathematical ecology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Plaza, G. and Pedraza, M., 2007. Reconocimiento y caracterización ecológica de la flora arvense asociada al cultivo de uchuva. *Agronomía Colombiana*, 25(2), pp. 306-313. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180320296013>
- Pratibha, G., Rao, K.V., Srinivas, I., Raju, B.M.K., Shanker, A.K., Madhavi, M., Indoria, A.K., Rao, M.S., Murthy, K., Reddy, K.S., Rao, C.S., Biswas, A.K. and Chaudhari, S.K., 2021. Weed shift and community diversity in conservation and conventional agriculture systems in pigeonpea-castor systems under rainfed semi-arid tropics. *Soil and Tillage Research*, 212, pp. 105075. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105075>
- Putniece, G., Augšpole, I. and Romanova, I., 2022. Population of weeds in a plantation of red raspberries (*Rubus idaeus* L.). *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*, 76(4), pp. 551-554. <https://doi.org/10.2478/prolas-2022-0085>
- Quijano, M., Sierra, J., Gaviria, B., Navarro, R., Castaño, M., Sánchez, D., Marín, D., Arcila, K. and Rojas, J., 2019. *Historia vida y poderes de una especie invasora: estrategia para su control y manejo*. Antioquia: Fondo Editorial Universidad Católica del Oriente, Cornare. <https://repositorio.uco.edu.co/handle/20.500.13064/915>
- Ramesh, K., Matloob, A., Aslam, F., Florentine, S. and Chauhan, B., 2017. Weeds in a changing climate: Vulnerabilities, consequences, and implications for future weed management. *Frontiers in Plant Science*, 8(2), pp. 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00095>
- Ramos, E., Sol, A., Guerrero, A., Obrador, J. and Carrillo, E., 2011. Efecto de *Arachis pintoi* sobre las arvenses asociadas al plátano macho (*Musa* AAB), Cárdenas, Tabasco, México. *Agronomía Mesoamericana*, 22(1), pp. 51-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43721202007>
- Scursoni, A., Cortada, A., Rezzano, C., Martínez, E., Vercelli, F., Ancalao, M. and Cobelo, C., 2013. The effect of weeding time on raspberry (*Rubus idaeus* L.) crops yield and weed

- community in Rio Negro Province, Argentina. *Crop Protection*, 44, pp. 147-151. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.11.004>
- SIOC (Sistema de Información de Gestión y Desempeño de las Organizaciones de Cadenas), 2020. Cadena productiva de la mora. Bogotá: Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/2020-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Stefanowicz, A., Stanek, M., Nobis, M. and Zubek, S., 2017. Few effects of invasive plants *Reynoutria japonica*, *Rudbeckia laciniata* and *Solidago gigantea* on soil physical and chemical properties. *Science of the Total Environment*, 574, pp. 938-946. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.120>
- Tessema, T., Lema, Y. and Admasu, B., 1999. Qualitative and quantitative determination of weeds in tef in West Shewa Zone. *Arem* (Ethiopia), 4, pp. 46-60. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122600/records/64722d4c2c1d629bc97899ae>
- Travlos, I.S., Cheimona, N., Roussis, I. and Bilalis, D.J., 2018. Weed-species abundance and diversity indices in relation to tillage systems and fertilization. *Frontiers in Environmental Science*, 6, p.11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00011>
- Trognitz, F., Hackl, E., Widhalm, S. and Sessitsch, A., 2016. The role of plant–microbiome interactions in weed establishment and control. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(10), pp.fiw138. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw138>
- Valdez, C.G., Guzmán, M.A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M.A. and Rocha, A., 2018. Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), pp. 1674-1682. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Wang, R., Dai, T., Quan, G. and Zhang, J., 2015. Changes in soil physico-chemical properties, enzyme activities and soil microbial communities under *Mimosa pudica* invasion. *Allelopathy Journal*, 36(1), pp. 15-24. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153342225>
- Zaller, J.G., 2004. Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (Polygonaceae): A review. *Weed Research*, 44(6), pp. 414-432. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00416.x>
- Zohaib, A., Abbas, T. and Tabassum, T., 2016. Weeds cause losses in field crops through allelopathy. *Notulae Scientia Biologicae*, 8(1), pp. 47-56. <https://doi.org/10.15835/nsb819752>